

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-284323

(43)Date of publication of application : 12.10.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

G01B 11/22

H01L 21/66

(21)Application number : 2000-094550

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 30.03.2000

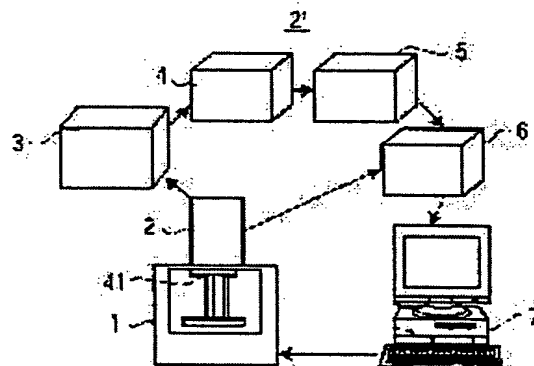
(72)Inventor : TSUMURA AKIRA

(54) ETCHING DEPTH DETECTING APPARATUS, ETCHING APPARATUS, ETCHING DEPTH DETECTING METHOD, ETCHING METHOD AND METHOD OF MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an etching depth detecting method for accurately detecting etching depth, even if a material of small reflection rate is etched.

SOLUTION: In an etching depth detecting method, a substrate is irradiated with light and reflected interference light is received, and the etching depth of a part to be etched is detected, based on information on reflected interference light. The reflection rate of a mask is calculated, based on the film thickness of the mask, information on reflected interference light is corrected based on the reflectance of the mask, and etching depth is calculated.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-284323

(P2001-284323A)

(43) 公開日 平成13年10月12日 (2001. 10. 12)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

H 0 1 L 21/3065

G 0 1 B 11/22

G 2 F 0 6 5

G 0 1 B 11/22

H 0 1 L 21/66

P 4 M 1 0 6

H 0 1 L 21/66

21/302

E 5 F 0 0 4

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-94550 (P2000-94550)

(22) 出願日 平成12年3月30日 (2000. 3. 30)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 津村 明

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術センター内

(74) 代理人 100083161

弁理士 外川 英明

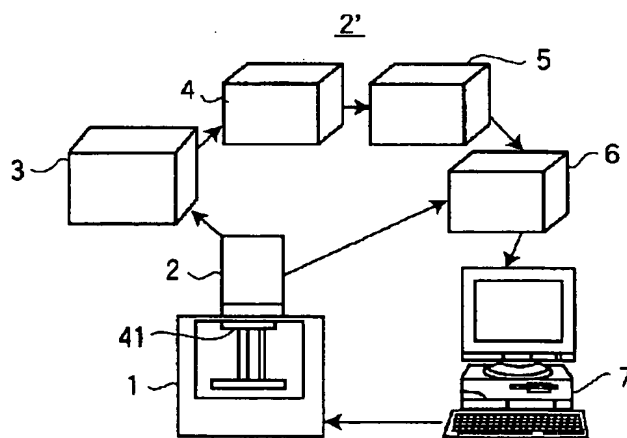
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エッチング深さ検出装置、エッチング装置及びエッチング深さ検出方法、エッチング方法、半導体装置製造方法

(57) 【要約】

【課題】 反射率の小さい物質をエッチングする際にも、精度良いエッチング深さの検出が可能となるエッチング深さ検出方法を提供すること。

【解決手段】 基板に光を照射してその反射干渉光を受光し、この反射干渉光の情報に基づいて被エッチング部のエッチング深さを検出するエッチング深さ検出方法において、マスクの膜厚に基づいてマスクの反射率を算出し、このマスクの反射率に基づいて反射干渉光の情報の補正を行ってエッチング深さを算出することを特徴とするエッチング深さ検出方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 マスクが形成されているマスク形成部とマスクが形成されていない被エッチング部とを有する基板に第1の光を照射する第1の照射手段と、前記第1の光の前記マスク形成部からの反射光と前記第1の光の前記被エッチング部からの反射光との干渉光を受光し、第1の電気信号に変換する手段と、前記マスク形成部に第2の光を照射する第2の照射手段と、前記第2の光の前記マスク形成部からの反射光を受光し、第2の電気信号に変換する手段と、前記第1の電気信号および前記第2の電気信号に基づいて、前記被エッチング部の深さを検出する検出手段と、を備えることを特徴とするエッチング深さ検出装置。

【請求項2】 前記検出手段は、前記第2の電気信号に基づいて前記第1の電気信号の補正値を算出する補正値算出手段と、前記補正値に基づいて前記第1の電気信号の補正を行う補正手段と、前記補正された第1の電気信号に基づいて前記被エッチング部の深さを算出する深さ検出手段と、を備えることを特徴とする請求項1記載のエッチング深さ検出装置。

【請求項3】 前記検出手段は、前記第2の電気信号に基づいて、前記マスクの膜厚を算出する手段と、この膜厚に基づいて前記第1の電気信号の補正値を求める補正値算出手段と、前記補正値に基づいて前記第1の電気信号の補正を行う補正手段と、前記補正をされた第1の電気信号に基づいて、前記被エッチング部の深さを算出する深さ検出手段と、を備えることを特徴とする請求項1記載のエッチング深さ検出装置。

【請求項4】 前記基板をエッチングするためのエッチング手段を付加し、このエッチング手段によるエッチング深さを前記エッチング深さ検出装置により検出する構成としたことを特徴とする請求項1から3のいずれか記載のエッチング装置。

【請求項5】 マスクが形成されているマスク形成部とマスクが形成されていない被エッチング部とを有する基板に第1の光を照射する照射工程と、前記第1の光の前記マスク形成部からの反射光と、前記第1の光の前記被エッチング部からの反射光との干渉光を受光し、第1の電気信号に変換する工程と、前記マスク形成部に第2の光を照射する照射工程と、前記第2の光の前記マスク形成部からの反射光を受光し、第2の電気信号に変換する工程と、前記第1の電気信号と前記第2の電気信号に基づいて、

前記被エッチング部の深さを検出する検出工程と、を備えることを特徴とするエッチング深さ検出方法。

【請求項6】 請求項5記載のエッチング深さ検出方法において、前記検出工程は、前記第2の電気信号に基づいて前記第1の電気信号の補正値を算出する補正値算出工程と、前記補正値に基づいて前記第1の電気信号の補正を行う補正工程と、前記補正された第1の電気信号に基づいて前記被エッチング部の深さを算出する深さ検出工程と、を備えることを特徴とするエッチング深さ検出方法。

【請求項7】 前記検出工程は、前記第2の電気信号に基づいて、前記マスクの膜厚を算出する工程と、この膜厚に基づいて前記第1の電気信号の補正値を求める補正値算出工程と、前記補正値に基づいて前記第1の電気信号の補正を行う補正工程と、前記補正をされた第1の電気信号に基づいて、前記被エッチング部の深さを算出する深さ検出工程と、を備えることを特徴とする請求項5記載のエッチング深さ検出方法。

【請求項8】 マスクが形成されているマスク形成部およびマスクが形成されていない被エッチング部とを有する基板に光を照射してその反射干渉光を受光し、この反射干渉光の情報に基づいて前記被エッチング部のエッチング深さを検出するエッチング深さ検出方法において、前記マスクの膜厚に基づいて前記マスクの反射率を算出し、このマスクの反射率に基づいて前記反射干渉光の情報の補正を行って前記エッチング深さを算出することを特徴とするエッチング深さ検出方法。

【請求項9】 マスクが形成されているマスク形成部とマスクが形成されていない被エッチング部とを有する基板に第1の光を照射する照射工程と、前記第1の光の前記マスク形成部からの反射光と前記第1の光の前記被エッチング部からの反射光との干渉光を受光し、第1の電気信号に変換する工程と、前記第1の電気信号および前記マスクの膜厚情報に基づいて前記被エッチング部の深さを検出する検出工程と、を備えることを特徴とするエッチング深さ検出方法。

【請求項10】 基板をエッチングするエッチング工程と、前記エッチングの深さを検出する検出工程と、を備えるエッチング方法において、前記検出工程は、請求項5または請求項6のいずれか記載のエッチング深さ検出方法を用いて検出を行うことを特徴とするエッチング方法。

【請求項11】 半導体ウエハの所定部分にマスクを形成する工程と、前記半導体ウエハに対して、深さ検出をしながらエッチ

ングを行い、マスクで覆われていない部分を加工する加工工程と、
を含む半導体装置製造方法において前記加工工程は、
前記半導体ウエハをエッチングするエッチング工程と、
前記マスクが形成されているマスク形成部とマスクで覆われていない被エッチング部とを有する基板に第1の光を照射する照射工程と、
前記第1の光の前記マスク形成部からの反射光と、前記第1の光の前記被エッチング部からの反射光との干渉光を受光し、第1の電気信号に変換する工程と、
前記マスク形成部に第2の光を照射する照射工程と、
前記第2の光の前記マスク形成部からの反射光を受光し、第2の電気信号に変換する工程と、
前記第1の電気信号と前記第2の電気信号とに基づいて、前記被エッチング部の深さを検出する検出工程と、
を備えることを特徴とする半導体装置製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、エッチング深さ検出装置、エッチング装置、およびエッチング深さ検出方法、エッチング方法、半導体装置製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体素子の製造工程には、シリコンウエハ等の基板に孔や溝を形成させるエッチング工程がある。このエッチング工程は、基板の孔や溝を形成しない部分にマスキングを行ってエッチングを行うことにより行われる。このようにしてエッチングを行うことで、マスキングされていない部分のみを選択的に加工することが可能となる。このエッチングの際、形成される穴や溝が所定の深さとなるように、エッチング中に加工深さを測定することが行われている。この加工深さの測定は、特開平10-325708号公報に示される。この測定方法は、図13に示されるように、マスク101からの反射光R1と、被加工部分からの反射光R2の干渉光を光検出器102で検出することにより行われている。R1とR2の干渉光の強度は、被加工部分が深くなるにつれて周期的に変化する。この干渉光の強度が1周期変化したときの、被加工部分の深さは照射した光の波長の $1/2$ である。従って、R1とR2の干渉光を光検出器102で検出し、干渉光強度が何周期変化したかを数えることによって、被加工部分の深さを測定することができる。そして、所定の深さに加工が進行したときに、エッチングを停止して所定の深さまで加工を行うことが可能となる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、半導体の製造プロセスにおいて、被加工物の物質がフォトリソのような誘電体である場合がある。こうした場合、被加工部分からの反射光R2が非常に弱くなる。R2が弱くなるに伴い、R1とR2の干渉光も弱くなり、

干渉光の強度変化を検出することが困難となる。従って、十分な精度で加工深さを測定することができない。そこで、本発明では、反射率が小さい物質をエッチングする場合も精度よくエッチング深さを検出することが可能となるエッチング深さ検出装置、および検出方法を提供することを目的とする。また、このエッチング深さ検出方法を用いて精度良くエッチングすることが可能となるエッチング装置およびエッチング方法を提供することを目的とする。また、精度良い加工が可能となる半導体装置製造方法を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明によれば、マスクが形成されているマスク形成部とマスクが形成されていない被エッチング部とを有する基板に第1の光を照射する第1の照射手段と、前記第1の光の前記マスク形成部からの反射光と、前記第1の光の前記被エッチング部からの反射光との干渉光を受光し、第1の電気信号に変換する手段と、前記マスク形成部に第2の光を照射する第2の照射手段と、前記第2の光の前記マスク形成部からの反射光を受光し、第2の電気信号に変換する手段と、前記第1の電気信号と前記第2の電気信号とに基づいて、前記被エッチング部の深さを検出する検出手段と、を備えることを特徴とするエッチング深さ検出装置である。また、前記エッチング深さ検出装置において、前記検出手段は、前記第2の電気信号に基づいて前記第1の電気信号の補正値を算出する補正値算出手段と、前記補正値に基づいて前記第1の電気信号の補正を行う補正手段と、前記補正された第1の電気信号に基づいて前記被エッチング部の深さを算出する深さ検出手段と、を備えることを特徴とするエッチング深さ検出装置である。また、前記エッチング深さ検出装置において、前記検出手段は、前記第2の電気信号に基づいて、前記マスクの膜厚を算出する手段と、この膜厚に基づいて前記第1の電気信号の補正値を求める補正値算出手段と、前記補正値に基づいて前記第1の電気信号の補正を行う補正手段と、前記補正をされた第1の電気信号に基づいて、前記被エッチング部の深さを算出する深さ検出手段と、を備えることを特徴とするエッチング深さ検出装置である。

【0005】 また、前記エッチング深さ検出装置に、前記基板をエッチングするためのエッチング手段を付加し、このエッチング手段によるエッチング深さを前記エッチング深さ検出装置により検出する構成としたこと、を特徴とするエッチング装置である。また、マスクが形成されているマスク形成部とマスクが形成されていない被エッチング部とを有する基板に第1の光を照射する照射工程と、前記第1の光の前記マスク形成部からの反射光と、前記第1の光の前記被エッチング部からの反射光との干渉光を受光し、第1の電気信号に変換する工程と、前記マスク形成部に第2の光を照射する照射工程と、前記第2の光の前記マスク形成部からの反射光を受

光し、第2の電気信号に変換する工程と、前記第1の電気信号と前記第2の電気信号に基づいて、前記被エッチング部の深さを検出する検出工程と、を備えることを特徴とするエッチング深さ検出方法である。また、前記エッチング深さ検出方法において、前記検出工程は、前記第2の電気信号に基づいて前記第1の電気信号の補正値を算出する補正値算出工程と、前記補正値に基づいて前記第1の電気信号の補正を行う補正工程と、前記補正された第1の電気信号に基づいて前記被エッチング部の深さを算出する深さ検出工程と、を備えることを特徴とするエッチング深さ検出方法である。

【0006】また、前記エッチング深さ検出方法において、前記検出工程は、前記第2の電気信号に基づいて、前記マスクの膜厚を算出する工程と、この膜厚に基づいて前記第1の電気信号の補正値を求める補正値算出工程と、前記補正値に基づいて前記第1の電気信号の補正を行う補正工程と、前記補正をされた第1の電気信号に基づいて、前記被エッチング部の深さを算出する深さ検出工程と、を備えることを特徴とするエッチング深さ検出方法である。また、基板をエッチングするエッチング工程と、前記エッチングの深さを検出する検出工程と、を備えるエッチング方法において、前記検出工程は、前記エッチング深さ検出方法を用いて検出を行うこと、を特徴とするエッチング方法である。また、半導体ウエハの所定部分にマスクを形成する工程と、前記半導体ウエハに対して、深さ検出をしながらエッチングを行い、マスクで覆われていない部分を加工する加工工程と、を含む半導体装置製造方法において、前記加工工程は、前記半導体ウエハをエッチングするエッチング工程と、前記マスクが形成されているマスク形成部とマスクで覆われていない被エッチング部とを有する基板に第1の光を照射する照射工程と、前記第1の光の前記マスク形成部からの反射光と、前記第1の光の前記被エッチング部からの反射光との干渉光を受光し、第1の電気信号に変換する工程と、前記マスク形成部に第2の光を照射する照射工程と、前記第2の光の前記マスク形成部からの反射光を受光し、第2の電気信号に変換する工程と、前記第1の電気信号と、前記第2の電気信号とに基づいて、前記被エッチング部の深さを検出する検出工程と、を備えることを特徴とする半導体装置製造方法である。

【0007】また、マスクが形成されているマスク形成部とマスクが形成されていない被エッチング部とを有する基板に第1の光を照射する照射工程と、前記第1の光の前記マスク形成部からの反射光と、前記第1の光の前記被エッチング部からの反射光との干渉光を受光し、第1の電気信号に変換する工程と、前記第1の電気信号と、前記マスクの膜厚情報に基づいて前記被エッチング部の深さを検出する検出工程と、を備えることを特徴とするエッチング深さ検出方法である。

【0008】

【発明の実施の形態】（第1の実施の形態）図1に本発明に係るエッチング深さ検出装置の構成図を示す。この検出装置は、大別すると、エッチング装置のチャンバ1の上部に固定された測定ヘッド2と、測定ヘッド2で測定された信号に基づいてエッチング深さを検出するエッチング深さ検出手段2'とに分けられる。エッチング深さ検出手段2'は、マスク膜厚算出部3と、マスク反射率算出部4と、信号補正値算出部5と、信号補正部6と、深さ検出部7とで構成されている。以下各構成要素について説明する。測定ヘッド2は、チャンバ1上部に設けられた石英ガラス製の観察窓41の上面に接続されている。この測定ヘッド2は、図2に示されるように、膜厚測定部8と深さ測定部9とを備えている。深さ測定部9は、水銀ランプ14、光ファイバ15、レンズ16、図示しない干渉フィルタ、光検出器17、自動XYステージ19とで構成されている。第1の照射手段である水銀ランプ14は第1の光として紫外光を出射する。この紫外光は光ファイバ15をとおり、さらにレンズ16により平行光にコリメートされ、観察窓41を経由して垂直に被加工物Wの表面を照射する。被加工物Wからの反射光は照射光と同じ光路を逆方向に進み、光ファイバ15をとおって干渉フィルタに入射する。

【0009】干渉フィルタは特定の波長の光のみ透過し、その透過した光が光検出器17に入力される。光検出器17は受光した反射光の強度に応じた電気信号を出力する構成になっている。また、この紫外光の被加工物Wへの照射位置は、この自動XYステージ19により位置決め可能な構成となっている。膜厚測定部8は、タングステンランプ10、光ファイバ11、レンズ12、分光器13、自動XYステージ18とで構成されている。第2の照射手段であるタングステンランプ10は第2の光である膜厚測定用の光を出射する。この膜厚測定用の光は光ファイバ11を通り、さらにレンズ12によりチャンバ1内の被加工物Wの表面に集光される。この照射による被加工物Wからの反射光は照射光と同じ光路を逆方向に順次進行して、第2の受光手段である分光器13に入力する。分光器13では入力した光を分光スペクトルに変えて、電気信号として出力する。また、膜厚測定用の光の被加工物Wへの照射位置は、自動XYステージ18により位置決め可能な構成となっている。マスク膜厚算出部3は、膜厚測定部8の分光器13から出力される電気信号に基づいてマスク20の膜厚を算出する機能を有する。算出された膜厚は、マスク反射率算出部に出力される。

【0010】マスク反射率算出部4は、この膜厚に基づいてマスク20の反射率を算出する。算出された反射率は信号補正値算出部に出力される。信号補正値算出部5は、この反射率に基づいて、光検出器17から出力される電気信号に補正を行うための補正値を算出する。この補正値は、信号補正部6に出力される。信号補正部6

は、この補正值に基づいて、光検出器17から出力される電気信号の補正を行う。深さ検出部7は、信号補正部6で補正された信号に基づいてエッチング深さを検出する機能を有する。次にこれらの構成による作用について説明する。図3にエッチング深さ測定のプロチャートを示す。まず、被加工物Wが加工ステージにセットされる(S1)。この被加工物Wはシリコンウエハであり、図4に示されるように、表面には窒化シリコンからなるマスク20が形成されている。また、マスク20で覆われていない被エッチング部には、フォトレジスト21が充填されている。続いて第1、第2の光の照射位置が図2の自動XYステージ18、19により位置決めされる。第1の光である深さ測定用の光の照射位置が、マスク20が形成されているマスク形成部と、被エッチング部との開口率がたとえば1:1となるように位置決めされる。一方、第2の光である膜厚測定用の光の照射位置もマスク形成部のみを照射するように位置決めされる(S2)。

【0011】次に、タンゲステンランプ10の光をマスク20に照射して、反射光を分光器13に入射させ、分光器13からの電気信号となった分光スペクトルを膜厚

算出部3で演算して、以下のようにして、マスクの膜厚を算出する(S3)。膜厚測定は、図5に示すように、分光器13で検出した分光スペクトル信号波形と、予めデータベースに収納されている理論波形とのカーブを比較して行われる。様々な膜厚に対応する理論波形と、分光スペクトル信号波形とのカーブフィッティングを行い、双方の波形の差が最小となるような理論波形カーブを選定する。そしてその理論波形カーブが得られる膜厚を、マスク20の膜厚とみなす。こうして求められた膜厚は、反射率算出部4に出力される。反射率算出部4においては、深さ測定用の光の、マスク20からの反射光の反射率が算出される(S4)。以下に算出原理を示す。図6に示されるように、マスク20からの反射光は、マスク20表面での反射光と、被加工物Wからの反射光との干渉光である。従って、マスク20の反射率R2は、マスク20表面での反射率R3と、被加工物Wの表面での反射率R4と、マスク20の屈折率Nと、マスク20の膜厚Tと、照射された光の波長 Λ とを用いて以下の式で表される。

【0012】

【数1】

$$R2 = \sqrt{|R3|^2 + |R4|^2 + |R3| \cdot |R4| \cos(4\pi T/\Lambda)} \cdots \text{式①}$$

マスク20表面での反射率R3とマスク20の屈折率Nとは、マスク20の物性から求められる値が代入される。被加工物Wの表面での反射率R4は、被加工物Wであるシリコンウエハの物性から求められる値が代入される。また、 Λ は第1の光である紫外光の測定波長が代入される。また、膜厚Tは、膜厚算出部3で求められた膜厚が代入される。従って反射率R2が算出される。次に、信号補正值算出部5において、オフセット値、ゲイン値の算出が行われる(S5)。まずオフセット値が以下のように算出される。光検出器17に検出される強度Iは、フォトレジストの反射率R1、マスク20の反射率R2、紫外光の測定波長 Λ 、被加工部の深さDを用いて以下の式で表される。

【0013】

【数2】

$$I = |R1|^2 + |R2|^2 + |R1| \cdot |R2| \cos(4\pi D/\Lambda) \cdots \text{式②}$$

フォトレジストの反射率R1は、フォトレジストの物性から求められる値が代入される。また、 Λ は紫外光の測定波長が代入される。また、R2はマスク反射率算出部において算出された値が代入される。従って信号強度Iの直流成分であるオフセット値、 $R1 \times R1 + R2 \times R2$ が算出される。その後、オフセット値が除去された信号強度Iを、測定に適した値となるようにゲイン値の設定が行われる。ゲイン値の設定は、オフセット値と測定条件とから設定される。以上によりオフセット値、ゲイン値の算出が行われる。以上の初期設定の後エッチング

が開始される(S6)。エッチング中、図7に示されるように被エッチング部とマスク20に深さ測定用の光が照射される。そして、光検出器17は、この光の反射光を受光して電気信号に変換する(S7)。この電気信号は信号補正部6において補正される(S8)。すなわち、予め信号補正值算出部で求められたオフセット値に基づいて、オフセット補正された後、信号補正值算出部で求められたゲイン値に基づいて、ゲイン補正される。ゲイン補正後の電気信号は、強度信号として深さ検出部7に送信される。

【0014】深さ検出部7は、所定時間ごとに強度信号を受信し、以下のようにしてエッチング深さを算出する(S9)。時間ごとの強度信号は図8に示されるように周期的なグラフとなる。深さ検出部7においてはこのグラフに基づいてエッチング深さを検出している。エッチング深さは以下のようにして求められる。一つ目の極点S1が検出される時間T1から3つめの極点S3が検出される時間T3までの時間に加工される距離は、光の半波長分の長さとなる。従って、光の半波長をこの時間で割ってエッチング速度Eが求められる。また、極点が検出されるまでの時間に加工される距離は、光の4分の1波長となる。従って、たとえば図8に示されるように4つの極点が検出され、4つ目の極点が検出された時間T4から、 ΔT だけ加工されているとすると、このときの加工距離は、

$$T1 \times E + 3 \times \Lambda / 4 + \Delta T \times E$$

として計算される。以上のようにして所定時間ごとにエ

エッチング深さを計算し、所定のエッチング深さになると、エッチングが終了する(S10)。以上の作用により、エッチング深さが検出された。被エッチング部に光を照射して、その反射光を検出してエッチング深さを検出する。このとき、マスクに光を照射してその反射光を検出し、その反射光から得られる信号に基づいて補正を行うことで、反射率が小さい物質のエッチングに際しても、正確な深さ検出を行うことが可能となる。

【0015】なお、被加工部の材質はフォトリソに限り、例えばシリコン酸化膜のような誘電体でも本発明の効果は大きい。また、マスクの膜厚のばらつきが小さいような被加工物の加工の場合には、第2の照射手段を用いずに、予め入力されている膜厚に基づいて補正値を算出し、エッチング深さを検出してもよい。また、本実施の形態においてはマスク形成部と被エッチング部との開口率は1:1の場合について述べたが、開口率は任意であっても良い。その他本実施の形態は、同様の趣旨において種々変形可能である。

(第2の実施の形態) 図9に本発明にかかるマイクロ波プラズマエッチング装置を示す。なお、第1の実施の形態と同じ構成、機能を有するものは同じ番号を付し、説明を省略する。このマイクロ波プラズマエッチング装置は、チャンバ30と、このチャンバ30に反応ガスを供給するためのガス供給手段31と、チャンバ30内を減圧するための真空ポンプ32と、プラズマを発生させるためのマイクロ波発生部33と、エッチング深さを検出するための測定ヘッド2、マスク膜厚算出部3、マスク反射率算出部4、信号補正値算出部5、信号補正部6、深さ検出部7とから構成される。反応ガスは、チャンバ側壁に設けられたガス供給管から供給される。チャンバ30と真空ポンプ32とは排気管により接続されている。マイクロ波発生部33から出力されたマイクロ波は、導波管40によりチャンバ30内に導入される。また、チャンバ天井部には石英ガラス製の観察窓41が設けられており、この観察窓41の上面に測定ヘッド2が接続されている上記構成における作用について説明する。

【0016】まず、チャンバ30内の加工テーブル42に、被加工物である基板43がセットされる。この基板43は図10に示されるように、開口部を有しており、開口部以外の部分はマスク44で覆われている。また、開口部内部には、フォトリソ45が充填されている。基板43をセット後、真空ポンプ32を起動して、チャンバ30内を10-3パスカル程度のガス圧に保つ。この状態で、ガス供給管から反応ガスが供給される。一方マスク44が形成されている部分に、タングステンランプ10から膜厚測定用の光が照射される。この光の反射光は、分光器13により受光され、第1の実施の形態と同様にマスク44の膜厚が算出される。そしてこの膜厚に基づいて、オフセット値およびゲイン値が、補正値算出部5において算出される。以上の初期値のも

とエッチングが開始される。チャンバ30内に導波管40で導かれた所定波長のマイクロ波を、石英窓を介して導入し、チャンバ30内の反応ガスをイオン化して活性粒子を生成する。これら活性粒子により基板43の開口部はエッチングされる。一方、測定ヘッドの深さ測定部9から深さ測定用の光が基板43に照射される。マスク44からの反射光と、エッチングされているフォトリソ45からの反射光と、の干渉光が光検出器17により検出され、電気信号に変換される。この電気信号は信号補正部6において補正された後、エッチング深さ検出部7に送信される。エッチング深さ検出部7では、第1の実施の形態と同様にエッチング深さが検出される。所定の深さまでフォトリソ45が加工されると、エッチング深さ検出部7から、ガス供給手段31およびマイクロ波発生部33に制御信号が送信され、エッチングが終了する。

【0017】以上の作用によりエッチングが行われた。マスクに光を照射し、反射光の情報に基づいて信号補正値を算出し、この信号補正値に基づいて信号の補正を行ってエッチング深さを検出する。従って、反射光強度が弱い場合でも、精度良く加工することが可能となる。

(第3の実施の形態) 第3の実施の形態は、半導体装置の製造方法に関する。図11は、DRAM製造の一工程であるトレンチフィルの形成工程を示している。図11(A)は、トレンチフィル形成前の構造を示している。トレンチが形成されたシリコン基板50上に、窒化ケイ素からなるマスク51が形成されている。また、トレンチ内部には、フォトリソからなるフィル52が充填されている。また、フィル52とトレンチ内部との境界面には、図示しない窒化ケイ素が形成されている。こうした構造のもと、フィル52がケミカルドライエッチングにより加工される。このときのエッチング深さは第1の実施の形態で示されたエッチング深さ測定装置を用いて測定される。具体的には、まずマスク51にのみ光を照射し、その反射光を受光して補正値を算出する。そして、エッチングを行いながら、図12に示されるように、フィル52およびマスク51に光を照射して、その反射光から得られる信号値に対して、予め求めた補正値に基づいて補正を行う。その補正後の信号値からエッチングの深さを検出する。

【0018】所定深さまでエッチングされたときに、エッチングは終了する。図11(B)は、加工後の断面図を示している。その後、所定の処理がなされ、DRAMが製造される。DRAMを正常に動作させるためには、トレンチフィルは所定の深さに精度良くエッチングされる必要がある。第1の実施の形態で示されたエッチング深さ測定方法を用いることにより、トレンチフィルは所定の深さに加工されたため、その結果DRAMの歩留まりを向上させることが可能となる。なお、本実施の形態は、DRAMに限られず、精度良いエッチング深さが要

求される工程を含む半導体装置の製造プロセスにおいて適用可能である。その他同様の趣旨において種々変形可能である。

【0019】

【発明の効果】被エッチング部とマスクからの反射光との干渉光を受光し、得られた信号に基づいてエッチング深さを測定する際に、マスクに光を照射し、その反射光を受光して得られた信号に基づいて、干渉光の信号を補正したので、反射率が小さい物質をエッチングする場合も精度良くエッチング深さを測定することが可能となった。また、このエッチング方法を用いて精度良くエッチングすることが可能となるエッチング装置、エッチング方法を提供することができた。また、このエッチング方法を用いて歩留まりの高い半導体装置の製造方法を提供することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態に係るエッチング深さ検出装置の構成図。

【図2】第1の実施の形態に係る測定ヘッドの構成図。

【図3】第1の実施の形態におけるエッチング深さ測定のフローチャート。

【図4】第1の実施の形態において被加工物の構造を示した図。

【図5】第1の実施の形態において膜厚測定原理を示した図。

【図6】第1の実施の形態においてマスク表面での反射光と被加工物からの反射光を示した図。

【図7】第1の実施の形態において基板に照射された光が、穴部とマスクとから反射している様子を示した図。

【図8】第1の実施の形態において時間ごとの強度信号を示した図。

【図9】第2の実施の形態に係るマイクロ波プラズマエッチング装置の構成図。

【図10】第2の実施の形態において開口部にフォトリソリストが充填されている図。

【図11】第3の実施の形態に係る半導体装置の製造工程においてトレンチフィルが形成される様子を示した図。

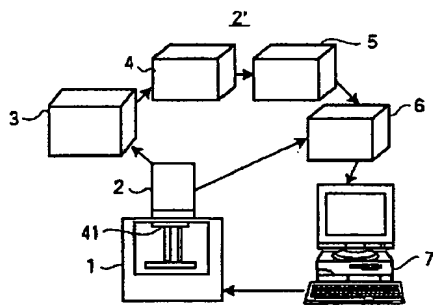
【図12】第3の実施の形態に係る半導体装置の製造工程においてフィルからの反射光とマスクからの反射光を示した図。

【図13】従来のエッチング深さの検出の様子を示した図。

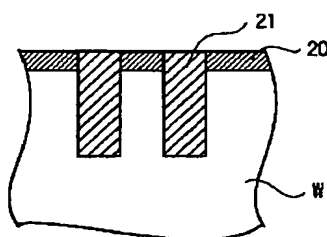
【符号の説明】

2 測定ヘッド、3 マスク膜厚算出部、4 マスク反射率算出部、5 補正值算出部、6 信号補正部、7 エッチング深さ検出制御部、10 タングステンランプ、13 分光器、14 ハロゲンランプ、17 光検出器。

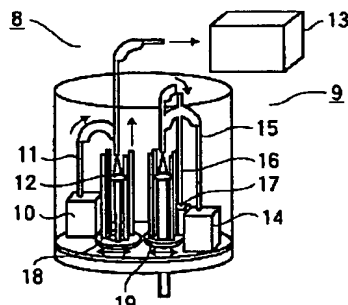
【図1】



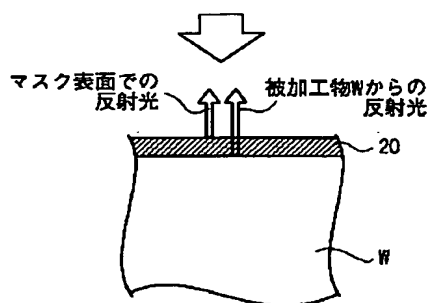
【図4】



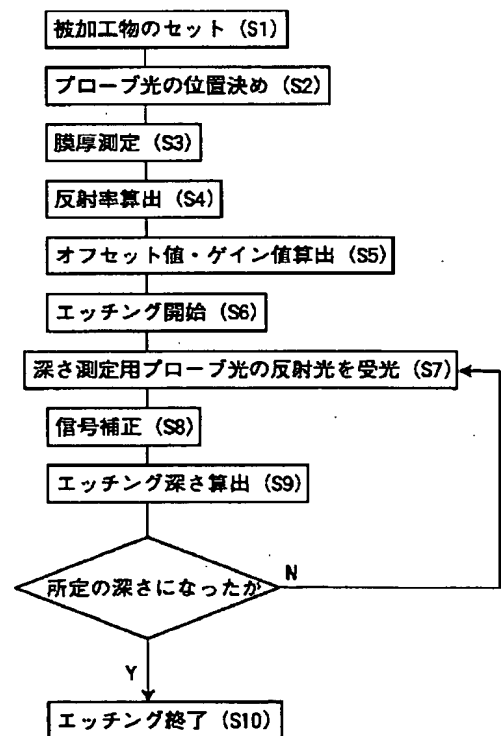
【図2】



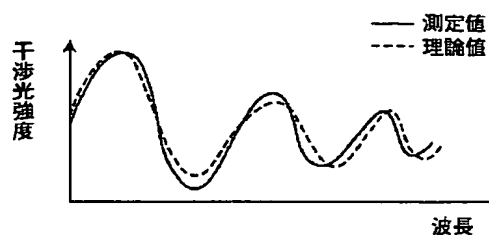
【図6】



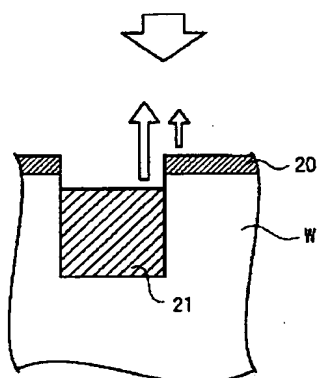
【図3】



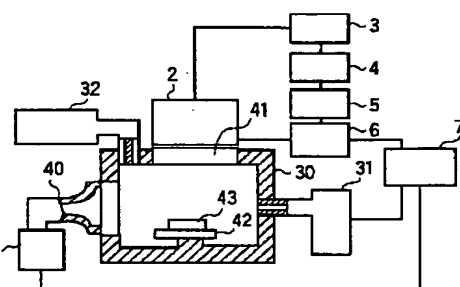
【図 5】



【図 7】

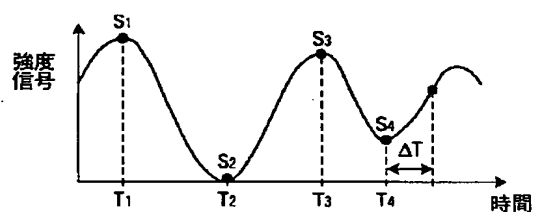


【図 9】

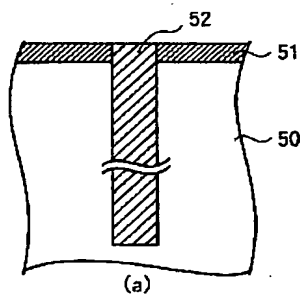
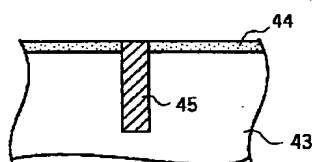


【図 11】

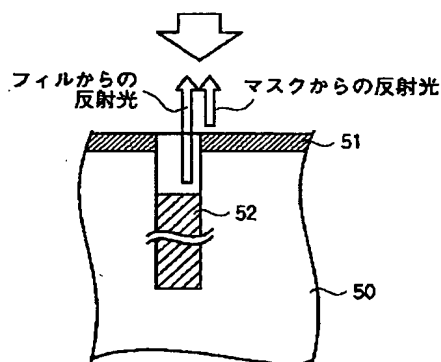
【図 8】



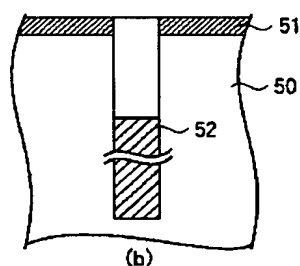
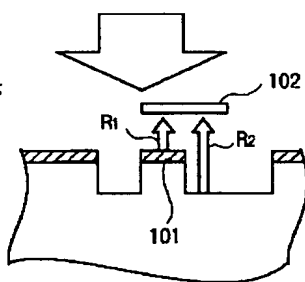
【図 10】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2F065 AA25 AA30 CC19 CC31 CC32
 FF41 FF52 GG02 GG03 GG23
 LL02 LL22 LL67 PP12 QQ25
 RR06 TT02
 4M106 AB16 BA07 CA48 DH03 DH31
 DH37 DH38 DJ04 DJ17 DJ18
 DJ19 DJ20
 5F004 BA20 BB05 BB14 CB02 CB09
 CB16 EB04 EB05